

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-090224

(43)Date of publication of application : 29.03.1994

(51)Int.Cl.

H04J 14/08

H04B 10/02

H04L 12/48

H04L 12/56

(21)Application number : 04-240335

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 09.09.1992

(72)Inventor : TOYONAKA TAKASHI  
TSUJI SHINJI  
TAKEYARI RIYOUJI

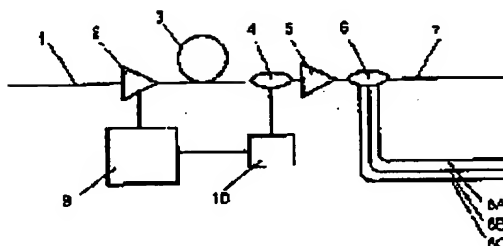
## (54) OPTICAL DISTRIBUTOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an optical distribution applicable to a time divisional multiplexing optical signal transmission network in which an S/N on an input/output side can be prevented from being deteriorated even when the number of distributor is increased, and a large number of optical active devices is unnecessary, and also, a specific part or packet is distributed as preserving the whole optical signal train.

**CONSTITUTION:** A time divisional multiplex optical signal train makes a pre-semiconductor light amplifier 2 pass, and detects the information of a header, and multiplex it with local emitted light from a wavelength variable light source 10, and branches it by an optical branching filter 6 after making a back-end semiconductor light amplifier 5 pass, and outputs it to a fiber 7 for outside optical signal transmission and intermediate output ports 8A, 8B, and 8C. The wavelength of the local emitted light and the selective wavelength of the branch filter are selected so as to be outputted to the intermediate output ports 8A, 8B, or 8C whose packet is designated.

Therefore, it is possible to distribute the specific part or packet as preserving the whole optical signal string to the time divisional multiplexing optical signal by a small number of optical active devices and to prevent the S/N on the input/output side from being deteriorated even when the number of distribution is increased.



(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平6-90224

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 3 月 29 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H04J 14/08

H04B 10/02

H04L 12/48

12/56

8220-5K

H04B 9/00

D

審査請求 未請求 請求項の数14 (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平4-240335

(22) 出願日

平成 4 年 (1992) 9 月 9 日

(71) 出願人

000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者

豊中 隆司

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者

辻 伸二

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者

武鎗 良治

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人

弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 光分配装置

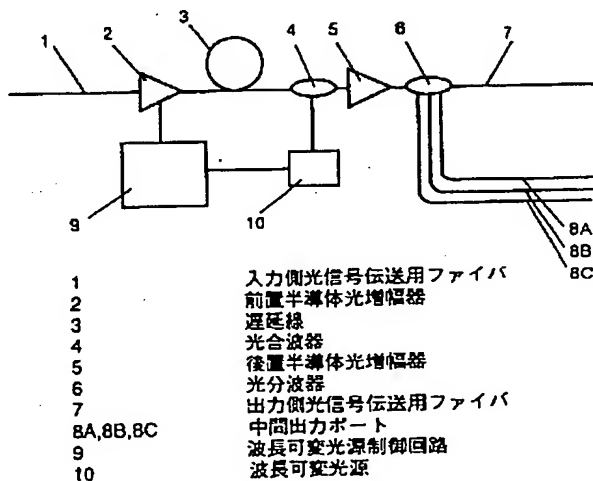
(57) 【要約】

【目的】 時分割多重化光信号伝送網に応用可能な光分配装置において、分配数を増加しても入出力側の S/N 比の劣化が少なく、あるいは多数の光能動素子を必要とせず、かつ光信号列全体を保存しつつ特定の部分またはパケットを分配する。

【構成】 時分割多重化光信号列は前置半導体光増幅器 2 を通過させ、ヘッダの情報を検出し、波長可変光源 10 からの局発光と合波し、後置半導体光増幅器 5 を通過させた後、光分波器 6 により分波し、出力側光信号伝送用ファイバ 7、中間出力ポート 8 A、8 B、8 C に出力する。パケットが指定された中間出力ポート 8 A、8 B、8 C に出力されるよう局発光の波長、分波器の選択波長を選ぶ。

【効果】 時分割多重化光信号列に対し、少数の光能動素子により、光信号列全体を保存しつつ特定の部分またはパケットを分配出来た。分配数を増加しても入出力側の S/N 比の劣化は見られなかった。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】時分割多重化光信号列の伝送路上に設置され、1 個以上の中間出力ポートを持つ光分配装置において、上記光分配装置の入力側に接続された上記伝送路から入力される上記光信号列の任意の部分の反転信号を、1 個以上の任意の上記中間出力ポートに出力し、かつ上記光信号列全体を上記光分配装置の出力側に接続された上記伝送路に出力することを特徴とする光分配装置。

【請求項 2】請求項 1 記載の光分配装置は局発光源群、半導体光増幅器、合波器と分波器を有し、時分割多重化光信号列全体は上記合波器、上記半導体光増幅器、上記分波器をこの順に通過した後、上記光分配装置の出力側に接続された伝送路に出力され、かつ上記光信号列中の特定部分は、上記合波器により上記局発光源群からの 1 個以上の、上記光信号列と異なる特定波長の局発光と合波され、上記半導体光増幅器を通過し、上記特定部分の反転信号が上記分波器により上記特定波長と 1 対 1 関係にある 1 個以上の中間出力ポートに出力されることを特徴とする光分配装置。

【請求項 3】請求項 1 記載の光分配装置において、時分割多重化光信号列の任意のパケットの反転信号を、上記パケットのヘッダに書き込まれた情報に対応した 1 個以上の上記中間出力ポートに出力することを特徴とする光分配装置。

【請求項 4】請求項 3 記載の光分配装置は局発光源群、光信号遅延線、前置半導体光増幅器、後置半導体光増幅器、合波器と分波器を有し、時分割多重化光信号列全体は上記前置半導体光増幅器、上記光信号遅延線、上記合波器、上記後置半導体光増幅器、上記分波器をこの順に通過した後、上記光分配装置の出力側に接続された伝送路に出力され、かつ上記光信号列中の特定パケットが上記前置半導体光増幅器を通過する際、上記特定パケットのヘッダに書き込まれた情報が上記前置半導体光増幅器の端子電圧変化により読み取られ、上記局発光源群から上記情報に対応した 1 個以上の、上記光信号列と異なる特定波長の局発光が射出され、上記特定パケットは上記合波器により上記局発光と合波され、上記後置半導体光増幅器を通過し、上記特定パケットの反転信号が上記分波器により上記特定波長と 1 対 1 関係にある 1 個以上の中間出力ポートに出力されることを特徴とする光分配装置。

【請求項 5】請求項 3 記載の光分配装置は局発光源群、光信号遅延線、光分岐器、受光素子、半導体光増幅器、合波器と分波器を有し、の時分割多重化光信号列全体は上記光分岐器、上記光信号遅延線、上記合波器、上記半導体光増幅器、上記分波器をこの順に通過した後、上記光分配装置の出力側に接続された伝送路に出力され、かつ上記光信号列の一部が上記光分岐器により分岐され、上記受光素子により受光され、上記光信号列中の特定パケットのヘッダに書き込まれた情報が読み取られ、上記

局発光源群から上記情報に対応した 1 個以上の、上記光信号列と異なる特定波長の局発光が射出され、上記特定パケットは上記合波器により上記局発光と合波され、上記半導体光増幅器を通過し、上記特定パケットの反転信号が上記分波器により上記特定波長と 1 対 1 関係にある 1 個以上の中間出力ポートに出力されることを特徴とする光分配装置。

【請求項 6】請求項 2、4 又は 5 記載の光分配装置において、局発光源群は 1 個以上の波長固定光源からなり、光信号列中の特定部分の反転信号は 1 個以上の中間出力ポートに出力されることを特徴とする光分配装置。

【請求項 7】請求項 2、4 又は 5 記載の光分配装置において、局発光源群は 1 個の波長可変光源からなり、光信号列中の特定部分の反転信号は 1 個の中間出力ポートに出力されることを特徴とする光分配装置。

【請求項 8】請求項 2、4、5、6 又は 7 記載の光分配装置において、局発光源群から射出される局発光は時分割多重化光信号列の波長に比べ、短波長側にあることを特徴とする光分配装置。

【請求項 9】請求項 3 記載の光分配装置において、時分割多重化光信号列の任意の空きパケットに光信号を挿入出来ることを特徴とする光分配装置。

【請求項 10】請求項 2、4、5、6、7、8 又は 9 記載の光分配装置において、時分割多重化光信号列の任意の空きパケットが半導体光増幅器を通過する間、上記半導体光増幅器の励起電流を変調することにより、上記空きパケットに光信号を挿入することを特徴とする光分配装置。

【請求項 11】時分割多重化光信号列の伝送路上に設置され、1 個の入力ポートと 2 個の出力ポートを持ち、入力ポートから入力された上記光信号列を 1 個の出力ポートから出力し、かつ上記光信号列中の任意のパケットを、1 個のタイムスロットに 2 個以上のパケットが格納されないという前提のもとで、任意のタイムスロットに再格納し、他の 1 個の出力ポートから出力することを特徴とする装置。

【請求項 12】請求項 11 記載の装置は局発光源群、半導体光増幅器、合波器、分波器と遅延線を有し、時分割多重化光信号列中の任意のパケットは、上記合波器により上記局発光源群からの上記光信号列と異なる特定波長の局発光と合波され、上記半導体光増幅器を通過し、上記パケットの反転信号が上記分波器により上記特定波長と 1 対 1 関係にある光学長を有する遅延線に導かれ、上記遅延線により、1 個のタイムスロットが占める時間の整数倍の特定時間だけ時間遅れを生じた後、合波され、任意のタイムスロットに再格納されることを特徴とする装置。

【請求項 13】1 個または複数の時分割多重化光信号列伝送路を入出力側に持ち、上記光信号列中の任意のパケットを交換する光交換装置は、時分割多重化光信号列中

の任意のペケットを、1個のタイムスロットに2個以上のペケットが格納されないという前提のもとで、任意のタイムスロットに再格納する機能を有し、上記機能が請求項11又は12記載の装置によることを特徴とする光交換装置。

【請求項14】時分割多重化光信号列の伝送路上に請求項1乃至10のいずれかに記載の光分配装置あるいは請求項13記載の光交換装置が従属接続されていることを特徴とする時分割多重化光信号伝送網。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は回線交換方式、ペケット交換方式、ATM交換方式等による時分割多重化光信号伝送網、及びその交換ノードに係る。

【0002】

【従来の技術】従来光分配機能を有する装置については、1990年電子情報通信学会春季全国大会、C-220、において論じられているように、5個のレーザダイオード光ゲートサブモジュールと $1 \times 4$ 光分岐導波回路から構成される無損失 $1 \times 4$ 光ゲートスイッチが報告されている。光分岐導波回路の4出力端のそれぞれにスイッチング用レーザダイオード光ゲートサブモジュールが接続されており、入力端に偏波補償用として1個のサブモジュールが、他の4個のゲートと活性層面を垂直にするように接続されている。サブモジュールは、 $1.3 \mu\text{m}$ 帯用InGaAsPレーザダイオード光ゲートとその両端に設置された先端半径 $10 \mu\text{m}$ の単一モード先球光ファイバがCu-W筐体内に収められた構造をしており、レーザダイオード光ゲート-先球光ファイバ間の結合損失は3dBである。光分岐導波回路は、石英系光導波路/Siから成り、 $1 \times 2$ Y分岐2段構造であり、ファイバー光分岐導波回路-ファイバ間の伝搬損失は8dBである。スイッチ全体の大きさは、 $12\text{mm} \times 7.5\text{mm}$ である。各レーザダイオード光ゲートに27~30mAの励起電流を加えることにより、無損失スイッチングが実現されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記無損失 $1 \times 4$ 光ゲートスイッチと同じ原理による $1 \times (2 \text{ の } N \text{ 乗})$ 光ゲートスイッチは、内蔵するレーザダイオード光ゲートが持つ利得によりスイッチング時の入出力間損失が補償できるため、回線交換方式あるいは時分割多重化光信号伝送網における分配ノードとしての応用が検討されている。しかし、上記無損失 $1 \times 4$ 光ゲートスイッチでは、入出力側でS/N比(信号対雑音強度比)が光分岐導波回路前後のレーザダイオード光ゲートサブモジュールによる劣化量に加え、さらに光分岐導波回路により8dB劣化している。一般に $1 \times (2 \text{ の } N \text{ 乗})$ 光ゲートスイッチでは、入出力側のS/N比が光分岐導波回路により原理的に

( $3 \times N$ ) dB以上劣化するという問題点があった。ま

た上記無損失 $1 \times 4$ 光ゲートスイッチでは、5個のレーザダイオード光ゲートサブモジュールが使用されているが、 $1 \times (2 \text{ の } N \text{ 乗})$ 光ゲートスイッチでは、( $2 \text{ の } N \text{ 乗}$ )個以上のレーザダイオード光ゲートが必要であり、小型、大規模な光ゲートスイッチを実現することが困難であるという問題点があった。さらにペケット交換方式、ATM交換方式等による時分割多重化光信号伝送網における分配ノードとしての応用を考えた場合、 $1 \times (2 \text{ の } N \text{ 乗})$ 光ゲートスイッチでは、光信号列全体を保存しつつ特定のペケットを分配することが出来ないため、これを縦続接続した場合に、1個のペケットを2ヵ所以上の分配ノードから分配出来ないなど、使用形態に制限が生じるという問題点があった。

10 【0004】本発明の目的は回線交換方式あるいはペケット交換方式、ATM交換方式等による時分割多重化光信号伝送網における分配ノードとしての応用が可能な光分配装置において、分配数を増加しても入出力側のS/N比の劣化が少なく、あるいは多数の光能動素子を必要とせず、かつ光信号列全体を保存しつつ特定のペケットを分配することが出来る方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明においては、時分割多重化光信号列を、単一または複数の局発光と合波した後、半導体光増幅器に入射し、上記半導体光増幅器からの出射光を分波器に入射する。上記分波器は上記光信号列と同じ波長の光を出力側光信号伝送用ファイバに、上記光信号列と異なる単一または複数の波長の光をその波長と1対1に対応する単一または複数の中間出力ポートに出射するように設計する。上記単一または複数の局発光の波長を出力すべき中間出力ポートと1対1に対応する波長に選ぶことにより、光信号列全体を出力側光信号伝送用ファイバに、任意の部分を指定された単一または複数の中間出力ポートに分配することが可能となる。

30 【0006】特にペケット交換方式、ATM交換方式等による時分割多重化光信号列に対しては、各ペケット内の光信号の1部を光分岐器により分岐し、そのヘッダに格納されたペケットの行き先に関する情報を受光器により読み取る。または半導体光増幅器を2個使用し、各ペケットを前段の半導体光増幅器に通過させることにより、上記情報を読み取る。上記情報に従い、上記局発光を、各ペケットが通過する時間だけ出射する。上記光分岐器または上記前段の半導体光増幅器を通過した各ペケットは遅延線を通過させた後上記局発光と合波する。ここで上記遅延線を通過するのに要する時間が、ヘッダが受光器または前段の半導体光増幅器に入射してから上記局発光を操作するまでの時間と等しくなるように上記遅延線の長さを決める。これにより光信号列全体を出力側光信号伝送用ファイバに、任意のペケットをそのヘッダで指定された単一または複数の中間出力ポートに分配

することが可能となる。

#### 【 0 0 0 7 】

【作用】上記半導体光増幅器に入射された時分割多重化光信号は半導体光増幅器中のキャリア密度を変調する。即ち、上記光信号の強度が大きい場合はキャリアの消費が大きくキャリア密度が減少する。一方、上記光信号の強度が小さい場合はキャリアの消費が小さくキャリア密度の減少は少ない。上記光信号と共に入射された単一または複数の局発光が半導体光増幅器中で受ける利得は、キャリア密度が大きい場合は高く、キャリア密度が小さい場合は低くなるか又は損失に転じる。このため上記局発光は上記光信号の反転状態に強度変調される。上記光信号と上記局発光は分波器に入射されると、上記分波器により、上記光信号は出力側光信号伝送用ファイバに、上記光信号列と異なる波長を持つ単一または複数の上記局発光はその波長と 1 対 1 に対応する単一または複数の中間出力ポートに出力される。これにより光信号列全体は出力側光信号伝送用ファイバに、任意の部分が指定された単一または複数の中間出力ポートに分配される。

【 0 0 0 8 】特にパケット交換方式、ATM 交換方式等による時分割多重化光信号列に対しては、各パケットのヘッダに格納されたパケットの行き先に関する情報は受光器により読み取る事が可能である。また半導体光増幅器を 2 個使用した場合は、各パケットのヘッダが前段の半導体光増幅器を通過する際、その端子電圧を変調するため、上記変調信号から各パケットの行き先に関する情報を読み取る事が可能である。上記情報に従い上記局発光は各パケットが通過する時間だけ出力される。各パケットは遅延線を通じた後、上記局発光と同時に合波器に入射され、合波される。半導体光増幅器を通過した後、反転状態に強度変調された上記局発光と上記光信号は分波器に入射され、上記分波器により、光信号列全体は出力側光信号伝送用ファイバに、任意のパケットはそのヘッダで指定された単一または複数の中間出力ポートに分配される。

#### 【 0 0 0 9 】

【実施例】本発明の第 1 の実施例を図 1 に示す。図 1 は光分配装置の構成図であり、同装置の入力側に接続された伝送路から入力された時分割多重化光信号列の任意のパケットの反転信号を、上記パケットのヘッダに書き込まれた情報に対応した中間出力ポートに出力し、同時に光信号列全体を出力側に接続された伝送路に出力することが可能である。図 1 において、1 は入力側光信号伝送用ファイバ、2 は前置半導体光増幅器、3 は遅延線、4 は合波器、5 は後置半導体光増幅器、6 は光分波器、7 は出力側光信号伝送用ファイバ、8 A、8 B、8 C は中間出力ポート、9 は波長可変光源制御回路、10 は波長可変光源である。入力側光信号伝送用ファイバ 1 から多数のパケットを時分割多重化した波長  $\lambda_0$  の原光信号列が入力される。順方向に一定電圧が印加された前置半

導体光増幅器 2 を通過すると、その端子電圧は原光信号列による変調を受ける。変調信号は波長可変光源制御回路 9 に伝送される。各パケットのヘッダにはパケットの行き先に関する情報、即ちパケットを中間出力ポート 8 A、8 B、8 C の何れに出力するのか、あるいは何れにも出力しないかを指定する情報が格納されており、その情報に従い波長可変光源制御回路 9 が波長可変光源 10 を操作し、パケットの行き先と 1 対 1 に対応する波長で一定出力の局発光を出射させる。局発光の波長は、パケットの行き先が中間出力ポート 8 A、8 B、8 C の場合には  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  とする。ただし何れにも出力しない場合は局発光を出射しない。ヘッダが前置半導体光増幅器 2 を通過してから波長可変光源 10 が局発光を出射するまで一定の時間遅れが発生するが、前置半導体光増幅器 2 を通過した原光信号が遅延線 3 を通過するのに同じだけの時間を費やすよう、遅延線 3 の長さが精密に決められている。このため遅延線 3 を通過したヘッダと局発光が同時に合波器 4 に入射され、合波された後、順方向に一定電圧が印加された後置半導体光増幅器 5 に入射される。後置半導体光増幅器 5 中のキャリア密度はパケット内の原光信号により変調され、局発光はその反転信号に変調される。原光信号及び変調された局発光は後置半導体光増幅器 5 から出力された後、光分波器 6 に入射される。光分波器 6 は波長  $\lambda_0$  の光を出力側光信号伝送用ファイバ 7 に、波長  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$  の光を中間出力ポート 8 A、8 B、8 C に出力するよう設計されている。このためパケット内の原光信号が出力側光信号伝送用ファイバ 7 に出力され、その反転信号が、そのヘッダに書き込まれた行き先に応じて中間出力ポート 8 A、8 B、8 C の何れかに出力されるか、または何れにも出力されない。

【 0 0 1 0 】前置半導体光増幅器 2、後置半導体光増幅器 5 は励起電流が 150 mA の時、内部利得が 28 dB であり、入出力側の光結合度が -3.5 dB、ファイバ間の利得が 21 dB であった。波長可変光源 10 は 3 電極を持つ波長可変分布ブラッグ反射型レーザモジュールを適用した。ファイバ光出力は -16 dBm に設定し、この時の波長可変幅は 1509 nm から 1512.5 nm まで 3.5 nm 以上であった。波長可変光源制御回路 9 は 3 種類の入力信号 0001、0010、0011 に対し、波長可変光源 10 を波長 1511、1512、1513 nm で 176.7 ns だけ一定出力発振させるように設計した。光分波器 6 はマッハツェンダ干渉計による 1:1 光 WDM カプラを 3 個組み合わせで構成した。1 個目は入力ポート I1、出力ポート O1、O2 を持つ。分波間隔が 1 nm であり、出力ポート O1 の選択波長は 1510、1512、1514...1550、1552...nm であり、出力ポート O2 の選択波長は 1511、1513、1515...nm である。2 個目は入力ポート I2、出力ポート O3、O4 を持つ。分波間隔が 2 nm で

あり、出力ポート O3 の選択波長は 1512、1516…nm であり、出力ポート O4 の選択波長は 1510、1514…nm である。3 個目は入力ポート I3、出力ポート O5、O6 を持つ。分波間隔が 2 nm であり、出力ポート O5 の選択波長は 1513、1517…nm であり、出力ポート O6 の選択波長は 1511、1515…nm である。何れの 1:1 光 WDM カプラも選択波長の挿入損は -1 dB、クロストークは -20 dB あった。出力ポート O1、O2 を入力ポート I2、I3 に接続し、光分波器 6 を構成する。波長 1511、1512、1513、1550 nm の光信号を入力ポート I1 に入射すると、出力ポート O6、O3、O5、O4 から波長 1511、1512、1513、1550 nm の光信号が出力される。光分波器 6 の選択波長の挿入損は -3 dB、クロストークは -16 dB であった。出力ポート O6、O3、O5 および O4 を中間出力ポート 8A、8B、8C および出力側光信号伝送用ファイバ 7 に接続した。光合波器 4 は無偏光ビームスプリッタを使用した。

【0011】波長  $\lambda_0$  が 1.55  $\mu\text{m}$ 、ピーク値の光出力レベルが -20 dBm のパケット多重化光信号列を上記光分配装置に入力した。パケット内の光信号は伝送速度 2.4 Gb/s、マーク率 1/2 の NRZ 変調信号である。各パケットは 5 バイトのヘッダと 48 バイトの情報部を持つ。各パケットのヘッダに 0001、0010、0011、0000 の制御信号をこの順に繰返し割り付けた。ヘッダの制御信号が 0001、0010、0011 の場合、中間出力ポート 8A、8B、8C に各パケット内の光信号の反転信号が得られ、同時に各パケット内の光信号が出力側光信号伝送用ファイバ 7 に出力された。各反転信号のピーク値の光出力レベルは 0 dBm であり、“1”、“0” レベル比は -15 dB 以上あった。出力側光信号伝送用ファイバ 7 に出力された光信号のピーク値の光出力レベルは 3 dBm であった。ヘッダの制御信号が 0000 の場合、出力側光信号伝送用ファイバ 7 に各パケット内の光信号が出力されるのみであり、ピーク値の光出力レベルは 3 dBm であった。

【0012】本発明の第 2 の実施例を図 2 に示す。図 2 は光分配装置の構成図であり、同装置の入力側に接続された伝送路から入力された時分割多重化光信号列の任意のパケットの反転信号を、上記パケットのヘッダに書き込まれた情報に対応した 0、1、2、3 又は 4 個の中間出力ポートに出力し、同時に光信号列全体を出力側に接続された伝送路に出力することが可能である。図 2 において、11 は光分岐器、12 は光合波器、13 は光分波器、14 は中間出力ポート、15 は光受信器、16 は局発光源群制御回路、17 は局発光源群、18 は半導体光増幅器である。中間出力ポートは 16 個あり、局発光源群 17 は 16 個の局発光源からなり、各局発光源からの出射光の波長は各中間出力ポートと 1 体 1 に対応してい

る。第 1 の実施例同様、入力側光信号伝送用ファイバ 1 から多数のパケットを時分割多重化した波長  $\lambda_0$  の原光信号列が入力される。1 部は光分岐器 11 により分岐され、光受信器 15 により受信される。受信信号は局発光源群制御回路 16 に伝送される。各パケットのヘッダにはパケットの行き先に関する情報、即ちパケットを中間出力ポート 14 の何れに出力するのか、あるいは何れにも出力しないかを指定する情報が格納されており、その情報に従い局発光源群制御回路 16 が局発光源群 17 中の 1 個又は複数の局発光源を操作し局発光を出射させる。ただし、パケットの行き先が  $i$  ( $i$  は 1~16 の整数) 番目の中間出力ポートの場合には  $\lambda_i$  の波長を持つ局発光源を操作し局発光を出射させる。何れにも出力しない場合は局発光を出射しない。パケットは遅延線 3 を通過した後、ヘッダと各局発光が同時に光合波器 12 に入射され、合波された後、順方向に一定電圧が印加された半導体光増幅器 18 に入射される。第 1 の実施例と同様に、ヘッダが光分岐器 11 により分岐されてから局発光源群 17 が局発光を出射するまでの時間遅れを補償するように遅延線 3 の長さが精密に決められている。半導体光増幅器 18 中のキャリア密度はパケット内の原光信号により変調され、各局発光はその反転信号に変調される。原光信号及び変調された各局発光は半導体光増幅器 18 から出射された後、光分波器 13 に入射される。光分波器 13 は波長  $\lambda_0$  の光を出力側光信号伝送用ファイバ 7 に、波長  $\lambda_i$  の光を  $i$  番目の中間出力ポート 14 に出射するよう設計されている。このためパケット内の原光信号が出力側光信号伝送用ファイバ 7 に出力され、その反転信号が、そのヘッダに書き込まれた行き先に応じて 0、1、2、3 又は 4 個の中間出力ポート 14 に出力される。

【0013】半導体光増幅器 18 は励起電流が 150 mA の時、内部利得が 28 dB であり、入出力側の光結合度が -3.5 dB、ファイバ間の利得が 21 dB であった。局発光源群 17 は 1523 nm から 1538 nm まで 1 nm 間隔に発振波長が設定された 16 個の半導体レーザモジュールから構成される。ファイバ光出力は各々 -16 dBm に設定されている。局発光源群制御回路 16 は 16 個の中間出力ポート 14 から 0、1、2、3 又は 4 個を選択する場合の数、 ${}_1C_0 + {}_1C_1 + \dots + {}_1C_4 = 2517$  種類の入力信号 00000000000000、00000000000001…10011101010101 に対し、選択された局発光源 17 を 176.7 ns だけ一定出力発振させるように設計した。光分波器 13 はアレー導波路回折格子と集光機能を持つスラブ導波路、入出力導波路を組み合わせで構成した。アレー導波路回折格子は、隣接する導波路間の光路長差が 37.14  $\mu\text{m}$  である 201 本の導波路からなる。1 個の入力ポートと 28 個の出力ポートを持ち、各出力ポートの選択波長は 1523 nm から 1550 nm まで 1 nm 間隔で分布し



ている。各出力ポートの選択波長の挿入損は $-5 \sim -7$  dB、クロストークは $-15$  dBあった。選択波長が $1523$  nmから $1538$  nmまでの各出力ポートを1番目から16番目の中間出力ポート14に1対1に接続し、選択波長が $1550$  nmの出力ポートを出力側光信号伝送用ファイバ7に接続した。光合波器12は光分波器13と同一のものを、入出力側入れ替えて構成した。選択波長が $1523$  nmから $1538$  nmまでの各入力ポートを、局発光源群17中の発振波長が $1523$  nmから $1538$  nmまでの16個の半導体レーザモジュールに1対1に接続し、選択波長が $1550$  nmの入力ポートを半導体光増幅器18の出力側ファイバに接続した。

【0014】波長 $\lambda_0$ が $1.55 \mu\text{m}$ 、ピーク値の光出力レベルが $8$  dBmのパケット多重化光信号列を上記光分配装置に入力した。パケット内の光信号は伝送速度 $2.4 \text{ Gb/s}$ 、マーク率 $1/2$ のNRZ変調信号である。各パケットは5バイトのヘッダと48バイトの情報部を持つ。各パケットのヘッダに16個の中間出力ポート14から0、1、2、3又は4個を選択する2517種類の00000000000000、000000000000001...1001110101010101の制御信号をこの順に繰返し割り付けた。ヘッダの制御信号に応じて0、1、2、3又は4個の中間出力ポート14に各パケット内の光信号の反転信号が得られ、同時に各パケット内の光信号が出力側光信号伝送用ファイバ7に出力された。各反転信号のピーク値の光出力レベルは $-9 \sim -10$  dBmであり、“1”、“0”レベル比は $-15$  dB以上あった。出力側光信号伝送用ファイバ7に出力された光信号のピーク値の光出力レベルは $-1$  dBmであった。

【0015】第1、第2の実施例の光分配装置を用いた時分割多重化光伝送網の一実施例を図3に示す。図3において、21は光送信器、22は第1の実施例の光分配装置、23は第2の実施例の光分配装置、24は光増幅器、25は伝送用単一モード光ファイバ、26は光再生中継器、27a~27mは光受信器である。光送信器21は伝送速度 $2.4 \text{ Gb/s}$ 、波長 $1550$  nm、マーク率 $1/2$ のNRZ変調信号からなる波長 $1550$  nmのパケット多重化光信号列を送信することが可能である。ファイバ光出力は平均光出力レベルが $-3$  dBmに設定されている。伝送用単一モード光ファイバ25は $1550$  nm帯零分散シフトファイバで伝送損失は $0.2$  dB/kmである。光増幅器24は波長が $1480$  nmの半導体レーザによって双方向光励起されたエルビウム添加光ファイバにより光増幅するファイバ光増幅器である。半導体レーザのファイバへの励起入力はいずれも $35$  mWであり、最大利得は $33$  dB、 $3$  dB利得圧縮出力は $12$  dBmである。光受信器27a~27mはプリアンプIC内蔵InGaAs-APDモジュール、等化増幅回路、タイミング抽出回路、識別再生回路から構成さ

れ、最小受光電力は誤り率 $10^{-11}$ で $-32$  dBmである。光再生中継器26は光受信器27と光送信器24を組み合わせで構成されており、3R機能、すなわち等化増幅、リタイミング、識別再生の機能を有する。最小受光電力は誤り率 $10^{-11}$ で $-32$  dBm、平均光出力レベルは $-3$  dBmである。光受信器27a~27mに異なる信号を伝送するため、13種類のパケットA~Mをこの順に繰返し時分割多重化した。各パケットは5バイトのヘッダと48バイトの情報部を持つ。パケットA~Mのヘッダにはパケットの行き先として、0001、0010...1101の制御信号を割り付けた。第1の実施例の光分配装置22はヘッダの制御信号が0001、0010、0011のパケットを、光受信器27a、27b、27cが接続されている各中間出力ポートに出力するように設定した。第2の実施例の光分配装置23はヘッダの制御信号が0100、0101...1101のパケットを、光受信器27d、27e...27mが接続されている1~4個の中間出力ポートに出力するように設定した。伝送用単一モード光ファイバ25の長さは、光送信器21と第1の実施例の光分配装置22の間では $100$  km、第1の実施例の光分配装置22と第1の実施例の光分配装置22の間では $115$  km、第1の実施例の光分配装置22と光再生中継器26の間では $100$  km、光再生中継器26と光増幅器24の間では $125$  km、第2の実施例の光分配装置23と光受信器27a、27b...27eの間では $100$  km、第1の実施例の光分配装置22と光受信器27a、27b、27cの間では $80$  km、第2の実施例の光分配装置23と光受信器27d、27e...27mの間では $50$  kmとした。上記パケット多重化光信号列を光送信器21から送信した結果、多数の光受信器27a~27mでそれぞれパケットA~M内の光信号が受信され、明瞭なアイボタンが得られた。

【0016】本発明の第4の実施例を図4に示す。図4はパケット交換装置の構成図であり、同装置の入力側に接続された伝送路から入力された時分割多重化光信号列中の任意のパケットを、1個のタイムスロットに2個以上のパケットが格納されないという前提のもとで、任意のタイムスロットに再格納した後、中間出力ポートから出力し、かつ上記光信号列自身を出力側に接続された伝送路に出力することが可能である。図4において、31は波長可変光源群、32a~32gは遅延線、33は中間出力ポートである。時分割多重化光信号は波長 $\lambda_0$ で、4個のタイムスロットを持ち、各タイムスロットにパケットが格納されている。入力側光信号伝送用ファイバ1から上記光信号列が入力される。順方向に一定電圧が印加された前置半導体光増幅器2を通過すると、その端子電圧は原光信号列による変調を受ける。変調信号は波長可変光源制御回路9に伝送される。各パケットのヘッダにはパケットが現在何番目のタイムスロットに格

納されているか、次に何番目のタイムスロットに再格納するのかに関する情報が格納されており、その情報に従い波長可変光源制御回路9が波長可変光源群31を操作し、パケットが格納されるべきタイムスロットの移動量と1対1に対応する波長で一定出力の局発光を出射させる。局発光の波長は、上記移動量がタイムスロット1、2...7個分である場合には $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ... $\lambda_7$ とする。パケットは遅延線3を通過した後、ヘッダと局発光が同時に光合波器4に入射され、合波された後、順方向に一定電圧が印加された後置半導体光増幅器5に入射される。第1の実施例と同様に、ヘッダが前置半導体光増幅器2を通過してから波長可変光源群31が局発光を出射するまでの時間遅れを補償するように遅延線3の長さが精密に決められている。後置半導体光増幅器5中のキャリア密度はパケット内の原光信号により変調され、局発光はその反転信号に変調される。原光信号及び変調された局発光は後置半導体光増幅器5から出射された後、光分波器13に入射される。光分波器13は波長 $\lambda_0$ の光を出力側光信号伝送用ファイバ7に、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ ... $\lambda_7$ の光を遅延線32a、32b...32gに出射するよう設計されている。上記光信号列は遅延線32a、32b...32gを通過するのに、各々タイムスロット1、2...7個分の時間を要するように各遅延線の長さが精密に決められている。遅延線32a、32b...32gは光合波器12により合波され、中間出力ポート33に出力される。上記構成により、任意のパケットを任意のタイムスロットに再格納した光信号列が中間出力ポート33より得られる。

【0017】波長可変光源群31は3電極を持つ波長可変分布ブラッグ反射型レーザモジュールを2個用いて構成されており、各々の波長可変幅は1523~1526nmと1527~1529nmであり、両者切り換えることにより、1523~1529nmまでの波長が選べる。ファイバ光出力は-16dBmであった。波長可変光源制御回路9は、パケットが現在格納されているタイムスロットがi番目であり、次に再格納すべきタイムスロットがj番目であるとき、j-iが-3、-2、-1、0、1、2、3のときに、波長可変光源群31を波長1523、1524、1525、1526、1527、1528、1529nmで176.7nsだけ一定出力発振させるように設計した。光分波器の出力ポートのうち、選択波長が1523nmから1529nmまでの各出力ポートを遅延線32a、32b...32gに接続し、選択波長が1550nmの出力ポートを出力側光信号伝送用ファイバ7に接続した。

【0018】波長 $\lambda_0$ が1.55 $\mu$ m、ピーク値の光出力レベルが-20dBmのパケット多重化光信号列を上記光分配装置に入力した。上記光信号列は4個のタイムスロットを持ち、各タイムスロットにパケットが格納されている。パケット内の光信号は伝送速度2.4Gb/

s、マーク率1/2のNRZ変調信号である。各パケットは5バイトのヘッダと48バイトの情報部を持つ。各パケットのヘッダの1バイト目に現在格納されているタイムスロットの番号、2バイト目に次に格納すべきタイムスロットの番号を割り付けた。1、2、3、4番目のタイムスロットにあるパケットを4、2、3、1番目のタイムスロットに再格納するため、各々00010100、00100010、00110011、01000001の制御信号を割り付けた。パケット多重化光信号列中の1、2、3、4番目のタイムスロットにあるパケットを4、2、3、1番目のタイムスロットに再格納した反転信号が中間出力ポート33から得られ、同時に入力されたパケット多重化光信号列が出力側光信号伝送用ファイバ7に出力された。各反転信号のピーク値の光出力レベルは-10~-11dBmであり、“1”、“0”レベル比は-15dB以上あった。出力側光信号伝送用ファイバ7に出力された光信号のピーク値の光出力レベルは-1dBmであった。

【0019】第4の実施例のパケット交換装置を用いた光交換器の一実施例を図5に示す。図5において、41a~41bは光スイッチ、42a、42bは第4の実施例のパケット交換装置、43a、43bは入力側光信号伝送用ファイバ、44a、44bは出力側光信号伝送用ファイバである。入出力されるパケット多重化光信号列は4個のタイムスロットを持ち、各タイムスロットにパケットが格納されている。入力側光信号伝送用ファイバ43aから入力されたパケット多重化光信号列は光スイッチ41aにより、1、3番目のタイムスロットにあるパケットは第4の実施例のパケット交換装置42aに、2、4番目のタイムスロットにあるパケットは第4の実施例のパケット交換装置42bに入力される。入力側光信号伝送用ファイバ43bから入力されたパケット多重化光信号列は光スイッチ41aにより、1、3番目のタイムスロットにあるパケットは第4の実施例のパケット交換装置42bに、2、4番目のタイムスロットにあるパケットは第4の実施例のパケット交換装置42aに入力される。第4の実施例のパケット交換装置42a、42bにおいて各パケット内の反転信号が指定されたタイムスロットに再格納される。第4の実施例のパケット交換装置42aの中間出力ポートから出力される上記反転信号は、光スイッチ41bにより、1、3番目のタイムスロットにあるパケットは出力側光信号伝送用ファイバ44aに、2、4番目のタイムスロットにあるパケットは出力側光信号伝送用ファイバ44bに出力される。第4の実施例のパケット交換装置42bの中間出力ポートから出力される上記反転信号は、光スイッチ41bにより、1、3番目のタイムスロットにあるパケットは出力側光信号伝送用ファイバ44bに、2、4番目のタイムスロットにあるパケットは出力側光信号伝送用ファイバ44aに出力される。



【0020】光スイッチ41a、bはLiNbO<sub>3</sub>2×2光スイッチで、入出力ポート間の挿入損は1～2dB、消光比は20～25dBであった。波長λ<sub>0</sub>が1.55μm、ピーク値の光出力レベルが-18dBmのパケット多重化光信号列を上記光交換器の入力側光信号伝送用ファイバ43a、43bに入力した。上記光信号列は4個のタイムスロットを持ち、各タイムスロットにパケットが格納されている。パケット内の光信号は伝送速度2.4Gb/s、マーク率1/2のNRZ変調信号である。各パケットは5バイトのヘッダと48バイトの情報部を持つ。各パケットのヘッダの1バイト目に現在格納されているタイムスロットの番号、2バイト目に次に格納すべきタイムスロットの番号を割り付けた。入力側光信号伝送用ファイバ43aから入力されるパケットのうち、1、4番目のタイムスロットにあるパケットを出力側光信号伝送用ファイバ44bに、その他は出力側光信号伝送用ファイバ44aに出力し、入力側光信号伝送用ファイバ43bから入力されるパケットのうち、1、4番目のタイムスロットにあるパケットを出力側光信号伝送用ファイバ44aに、その他は出力側光信号伝送用ファイバ44bに出力する場合について調べた。入力側光信号伝送用ファイバ43a、43bから入力される1、2、3、4番目のタイムスロットのパケットのヘッダに各々00010100、00100010、00110011、01000001の制御信号を割り付けた。第4の実施例のパケット交換装置42a、42bに

10 入力された1、2、3、4番目のタイムスロットにあるパケットは共に4、2、3、1番目のタイムスロットに再格納され、入力側光信号伝送用ファイバ43aから入力される1、4番目のタイムスロットにあるパケットと

20 入力側光信号伝送用ファイバ43bから入力される2、3番目のタイムスロットにあるパケット内の反転信号は出力側光信号伝送用ファイバ44bに、入力側光信号伝送用ファイバ43aから入力される2、3番目のタイムスロットにあるパケットと入力側光信号伝送用ファイバ

43bから入力される1、4番目のタイムスロットにあるパケット内の反転信号は出力側光信号伝送用ファイバ44aに出力された。各反転信号のピーク値の光出力レベルは-12～-13dBmであり、“1”、“0”レベル比は-15dB以上あった。

#### 【0021】

【発明の効果】本発明によれば、回線交換方式あるいはパケット交換方式、ATM交換方式等による時分割多重化光信号伝送網における分配ノードとしての応用される光分配装置において、分配数を増加しても入出力側のS/N比の劣化が少なく、あるいは多数の光能動素子を必要とせず、かつ光信号列全体を保存しつつ特定の部分またはパケットを分配することが出来るので、比較的自由的なレイアウト、低コストで大規模、高速の回線交換方式あるいはパケット交換方式、ATM交換方式等による時分割多重化光信号伝送網を構成することが可能となり、中継系、あるいは加入者系光通信ネットワークまたは光ローカルエリアネットワークなどへの応用が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の光分配装置の基本構成図。

【図2】本発明の第2の実施例の光分配装置の基本構成図。

【図3】第1、第2の実施例の光分配装置を用いた時分割多重化光伝送網。

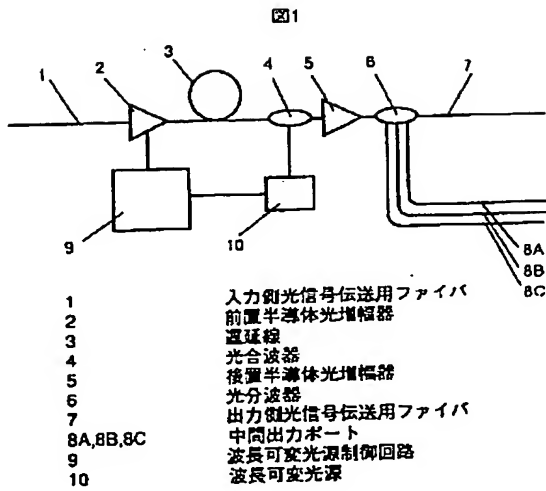
【図4】パケット交換装置の構成図。

【図5】光交換器の一実施例の構成図。

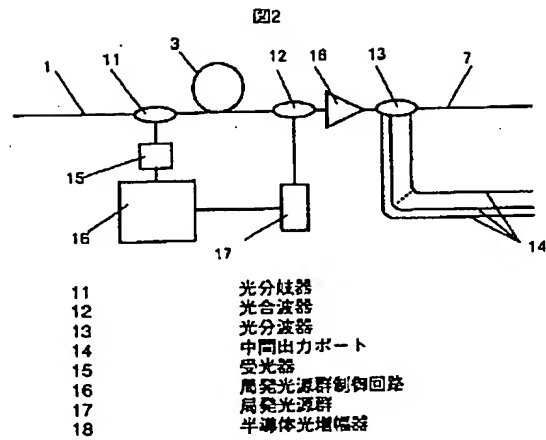
#### 【符号の説明】

30 1…入力側光信号伝送用ファイバ、2…前置半導体光増幅器、5…後置半導体光増幅器、6…光分波器、7…出力側光信号伝送用ファイバ、8A、8B、8C…中間出力ポート、10…波長可変光源、13…光分波器、17…局発光源、18…半導体光増幅器、22…第1の実施例の光分配装置、23…第2の実施例の光分配装置。

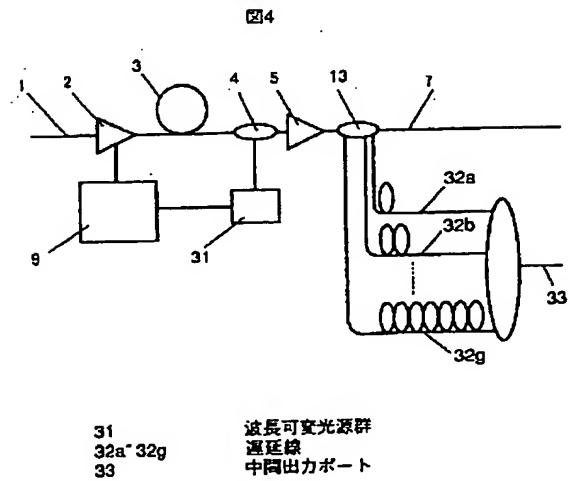
【図1】



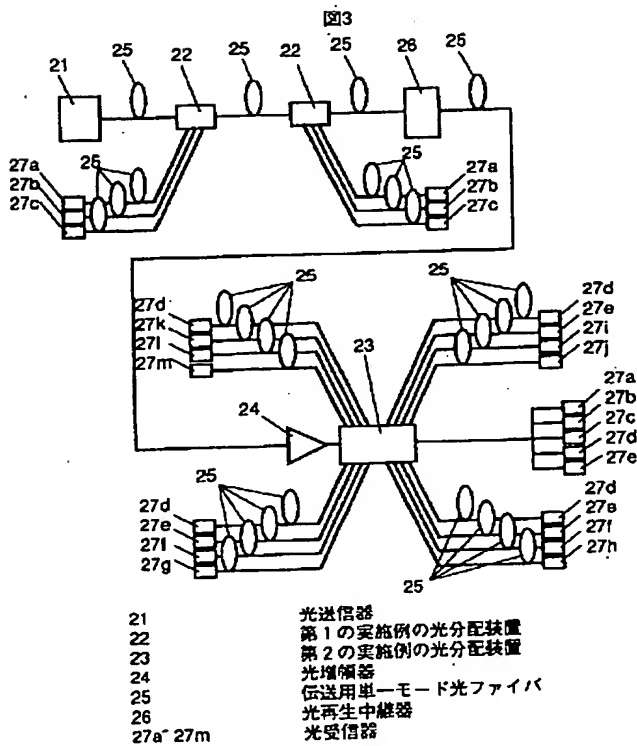
【図2】



【図4】

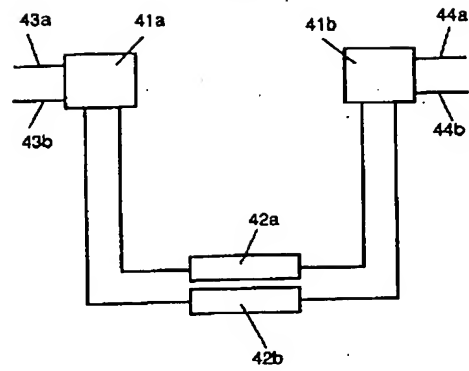


【図3】



【図 5】

図5



41a, 41b 光スイッチ  
 42a, 42b 第4の実施例の packets 交換装置  
 43a, 43b 入力側光信号伝送用ファイバ  
 44a, 44b 出力側光信号伝送用ファイバ

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
		8220-5K		U
		8732-5K	H04L 11/20	Z
		8529-5K		102 Z